



# Kostnadsanalys och kvalitetskontroll av markberedning på blockiga/steniga marker

*Cost analysis and quality control of soil preparation on  
blocky/rocky grounds*

**DANIEL SAMUELSSON  
MIKAEL WIIK**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2020:29

SLU-Skogsmästaraskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Kostnadsanalys och kvalitetskontroll av markberedning på blockiga/steniga marker

Cost analysis and quality control of soil preparation on blocky/rocky grounds

Daniel Samuelsson

Mikael Wiik

**Handledare:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan

**Kurskod:** EX0938

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2020

**Omslagsbild:** Stenigt hygge i Orsa besparingsskog. Foto: Daniel Samuelsson

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2020:29

**Nyckelord:** Markbehandling, grävmaskin, planteringspunkter



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Studien är ett uppdrag från Orsa besparingsskog och arbetet omfattar 15 högskolepoäng. Syftet med undersökningen var att jämföra resultatet för tre olika grävmaskiner som använts vid markberedning i blockrik terräng. I uppdraget låg också att jämföra vilken av två givna inventeringsmetoder som gav säkrast resultat. Från detta utformades fyra frågeställningar om grävmaskinernas kvalitet på planteringspunkterna, antal planteringspunkter, kostnad per planteringspunkt och lämpligast inventeringsmetod.

I undersökningen har åtta markberedda trakter blivit inventerade. På varje trakt har ett systematiskt förband av provytor lagts ut. Dessa provytor har sedan inventerats och data har samlats in. De data som har registrerats är planteringspunktens kvalitet och antal planteringspunkter. Resultaten från det insamlade datamaterialet jämförs sedan för att kunna dra en slutsats om en tyngre grävmaskin skapar kvalitativt bättre och fler planteringspunkter än vad en lättare grävmaskin gör.

Bland grävmaskinerna som ingick i studien gjorde i denna undersökning Volvo 140 de billigaste planteringspunkterna med 1,30 kr/planteringspunkt. Menzi Muck A91 hade kostnader om 2,50 kr/planteringspunkt. Hitachi grävmaskin fick ett högt pris per planteringspunkt om 12,30 kronor. Det gick i undersökningen inte att se att en tyngre grävmaskin skapade kvalitativt bättre planteringspunkter än en lättare grävmaskin. Menzi Muck A91 gjorde i studien ungefär 3 520 planteringspunkter per hektar och Volvo 140 ungefär 4 160 st/ha. Den tyngre Hitachin gjorde ungefär 3 850 st/ha.

För inventeringen där provytor av storleken 10 kvadratmeter användes tog det i genomsnitt 27 sekunder per kvadratmeter att genomföra inventeringen, inräknat den tid det tog att transportera sig mellan punkterna. Vad gäller provytor med storleken 100 kvadratmeter tog det i genomsnitt 4,4 sekunder per kvadratmeter att genomföra inventeringen, inräknat transportereringen mellan punkterna.

Slutsatser som kan dras är att det i denna undersökning inte gick att påvisa att en tyngre grävmaskin gör kvalitativt bättre planteringspunkter än en lättare grävmaskin. Det kan möjligen spekuleras i att Volvo 140 gör både flest och billigast planteringspunkter men studien är för liten för att dra några säkra slutsatser. Hypotesen om att inventeringsmetoden med en 100 kvadratmeter stor provyta var snabbare att använda sig av än en areal om 10 kvadratmeter accepteras. Dock visade undersökningen att resultaten då blev betydligt osäkrare och starkt beroende av var de större provytorna råkade hamna.

Nyckelord: Markbehandling, grävmaskin, planteringspunkter

## Abstract

The study is commissioned by Orsa besparingsskog and comprises 15 ECTS. The purpose of the study is to compare three excavators that have been used in soil preparation in blocky terrain and to compare the sample areas 100 square meters and 10 square meters that are inventoried. From that purpose, it leads to four questions about the quality of the planting points, the number of planting points, cost per planting point and the most suitable inventory method.

In the survey, eight land-prepared areas have been inventoried. In each area, a systematic joint has been laid out on test surfaces. These samples have then been inventoried and data have been collected. The data that has been registered is about the quality of the planting point and the number of planting points. The results from the collected data are then compared to conclude whether a heavier excavator creates qualitatively better planting points and more planting points per ha than a lighter excavator does.

Among the excavators, the Volvo 140 makes the cheapest planting points at SEK 1.3 / planting point. Menzi Muck A91 had costs of SEK 2.5 / planting point and Hitachi excavator received a high price per planting point of SEK 12.3 / planting point. Through an established hypothesis test, it could not be proven that a heavier excavator created qualitatively better planting points than a lighter excavator. Menzi Muck A91 makes approximately 3520 planting points per hectare and Volvo 140 makes approximately 4160 pcs / ha. Hitachi makes about 3850 pcs / ha. For the inventory where sample areas of the size of 10 square meters were used, it took an average of 27 seconds per square meters to carry out an inventory, including transport between the points. In the case of sample areas with a size of 100 square meters, it took an average of 4.4 seconds to carry out the inventory, including the transport between the points.

Conclusions that can be drawn are that it has not been proven whether a heavier excavator makes qualitatively better planting points than a lighter excavator. It can be speculated that Volvo 140 makes both the most and cheapest planting points, but the study is too small to prove such a claim. The hypothesis of the inventory method of a 100 square meter area on the test surface was faster to use than an area of 10 square meters is correct. However, it does not correspond to reality.

Keywords: Soil treatment, excavator, planting points

# Förord

Denna rapport är ett examensarbete som omfattar 15 hp och arbetet utfördes under sommaren 2020. Uppdragsgivaren för detta arbete är Orsa besparingsskog.

# Innehåll

<b>FÖRORD.....</b>	<b>V</b>
<b>INTRODUKTION.....</b>	<b>1</b>
MARKBEREDNING.....	1
MARKBEREDNINGENS PÅVERKAN .....	2
TYPER AV MARKBEREDNING .....	2
MARKBEREDNING I SVÅR TERRÄNG .....	2
MARKBEREDNINGENS EFFEKTIVISERING.....	3
STUDIENS OMFATTNING .....	3
SYFTE .....	4
<b>MATERIAL OCH METODER .....</b>	<b>5</b>
OMRÅDE OCH MATERIAL .....	5
SCA PLANTERINGSINSTRUKTION .....	6
INVENTERINGSMETOD .....	7
TEORI .....	7
GRUNDFÖRHÅLLANDEN, YTSTRUKTUR OCH LUTNING .....	7
KOSTNADSANALYS GRÄVMASKIN.....	8
HYPOTES.....	8
GRÄVMASKINERNA .....	8
ENTREPRENÖRER.....	9
<b>RESULTAT .....</b>	<b>10</b>
JÄMFÖRELSE MELLAN GRÄVMASKIN OCH HARV .....	10
SKILLNAD MELLAN GRÄVMASKINERNA .....	11
KVALITETJÄMFÖRELSE .....	12
INVENTERINGSMETODERNA .....	14
TID .....	14
HYPOTESPRÖVNING .....	15
<b>DISKUSSION .....</b>	<b>16</b>
ANALYS AV RESULTATET KOPPLADE TILL FRÅGESTÄLLNINGARNA .....	16
BRISTER I STUDIEN .....	18
FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER .....	18
SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER .....	18
<b>REFERENSER.....</b>	<b>19</b>
<b>BILAGOR .....</b>	<b>21</b>
BILAGA 1.....	21
BILAGA 2.....	22
BILAGA 3.....	23

# Introduktion

År 1879 bildades Orsa besparingsskog och idag förfogar de över ca 75 000 ha skogsmark, Tallheds plantskola och med dotterbolaget Streamgate North AB äger de åtta kraftverk. Traditionen i Dalarna var att skogen skulle delas mellan syskonen, vilket staten försökte hindra 1859-1884 med storskifte. Detta ledde till att Orsa besparingsskog bildades för ett gemensamt skogsbruk för framtiden (Orsa besparingsskog 2020).

Orsa besparingsskog har en del areal med blockiga och steniga marker vilket resulterar i problem med att få till en bra markberedning. Oftast får man överge harven för att använda sig av grävmaskinen. Grävmaskinen har förmågan att få till bra planteringspunkter men kan istället resultera i höga kostnader till skillnad från harven som är betydligt billigare.

Utifrån sin målsättning med markberedningen bör man utvärdera vilken grävmaskin som är lämpligast att använda sig av för att nå just det målet. I detta fall handlar det om att skapa planteringspunkter av bra kvalitet jämnt fördelat över förnygringsarealen till en låg kostnad.

För att kunna göra en analys av om markberedningen är av bra kvalitet krävs en uppföljning av arbetet i form av en inventering. Då gäller det att ta fram en metod som är effektiv. Alltså som både är snabb att genomföra men också en man kan förlita sig på, där värdena man får fram stämmer bra med verkligheten. En GYL upprättas för varje yta så man får en rättvis jämförelse mellan provytorna. I nuläget markbereder Orsa besparingsskog från 50 till 100 hektar med grävmaskin på de mest steniga markerna för att senare föryngra med sådd (Orsa besparingsskog 2020). Detta på grund av att man anser harven inte har kapacitet att markbereda på ett effektivt sätt och har betydligt svårare att ta sig fram på dessa marker.

## Markberedning

Markberedning är en form av markbehandling där syftet är att skapa bra gröningsbetingelser för plantor och frön. När man markbereder etableras det en miljö som bland annat minskar konkurrensen från annan vegetation, får värmegraden i marken att stiga och skapar goda vattentillstånd. Markberedning har gett prov på att få plantor och frön få en högre överlevnad och tillväxt under sina första år på hygget (Andersson et al. 2017).

Den långsiktiga effekten av markberedning har även visat sig påverka plantornas tillväxt positivt. Jämför man plantor på ett område som inte är markberett med plantor som etablerat sig på markberedda områden ser man signifikant skillnad vad gäller tillväxt och överlevnad (Johansson et al. 2013). Vidare konstaterar Johansson et al. (2013) att de positiva effekterna fortfarande var aktuella 18 år efter plantering.

Historiskt sett bedrevs markberedning manuellt med hacka. Arbetet var slitsamt och jobbet utövades i arbetslag som bestod av män, kvinnor och barn. Traktorer kom till bruk i skogen i krigets slut 1945 och de kunde dra markberedningsaggregat. Idag markbereds ca 90 – 95 procent av hyggesarealen i Sverige (Älvdalens och Särna-Idre besparingsskogar).

## Markberedningens påverkan

Utan markberedning ökar chanserna för frostrisk, sämre ljusförhållanden, skaderisk, uttorkning, näringskonkurrens och krångligare planteringsarbete. Med markberedning skapar man minskad konkurrens, minskad skaderisk, bättre ljusförhållanden och enklare planteringsarbete (Andersson, red. 2013).

Mattsson et al. (2007) gör gällande att en kombination av olika former av markberedning med en etablering av lupiner ökar trädens tillväxt. Lupinerna höjer kvävenivåerna i marken vilket ger näring till träden samtidigt som markberedningen skapar bra etableringsförhållanden och ökar trädens överlevnad.

## Typer av markberedning

När man markbereder innebär detta en stor påverkan på naturen. För att undvika alltför stora ingrepp och skador på miljön är planeringen en viktig del i arbetet. Vad för typ av mark man ska föryngras på är grundläggande för att ha vetskap om att rätt markberedningsmetoder ska bli valda. Varje ståndort kräver att rätt metod för markberedning blir vald så att resultatet blir av god karaktär. Det finns då flera markberedningsmetoder att välja på. Till exempel en harv, en fläckmarkberedare eller en högläggare. Harven skapar kontinuerliga spår, fläckmarkberedaren gör som namnet säger nämligen fläckar på fastställda punkter, högläggaren frambringar även den markerade fläckar men också omvända tältor med mineraljord högst upp (Andersson, red. 2013). Fläckmarkberedning och högläggning är exempel på intermittent markberedning.

Ovannämnda markberedningsmetoder är samtliga mekaniska och utförs maskinellt, men det förekommer även markberedning som utförs med planeteringshacka där arealen som ska behandlas är mindre eller av någon anledning inte anses värd att utföra med maskin (Andersson, red. 2013).

Mc Carthy et al. (2017) hävdar att plantornas tillväxt och överlevnad beror till stor del av vilken typ på markberedning man använder sig av. I studien kom man fram till att markberedningsmetoder som skapar omvänd torva med mineraljord överst leder till snabbast tillväxt för plantorna. Högläggning är en sådan metod.

## Markberedning i svår terräng

I ett examensarbete framställt av Magnusson (2015) anses grävmaskinen vara signifikant mera effektiv än harven när det kommer till godkända



planteringspunkter och mindre skador på lågor och andra naturvärden. Resultatet i rapporten visar på att grävmaskinen används mera frekvent än harven när det kommer till marker med svår terräng och hinder i form av block, sten och lutning. I Magnussons (2015) studie kan man se att antal godkända planteringspunkter är beroende på ytstrukturklass vid jämförelse mellan grävmaskin och harv. Studien visar på att grävmaskinen klarar producera betydligt fler godkända planteringspunkter än vad harven kan producera. Då grävmaskinen producerade 2 028 godkända planteringspunkter per hektar i genomsnitt sett över alla ytstrukturklasser producerade harven endast 1 069 stycken.

Andra studier har visat på liknande resultat. Edholms (2012) studie klargör att grävmaskinen uppfyller de uppsatta målen bättre än harven. Dock konstaterar han att mycket beror på vem som kör maskinen och inte maskinen i sig. Detta kan lösas genom flera utbildningsdagar för markberedningsförare och hjälp/råd från erfarna förare.

## Markberedningens effektivisering

Innan andra världskriget skedde i princip alla typer av arbeten i skogen med manuell arbetskraft. Det vill säga att det gjordes för hand utan hjälp av maskiner. Dock var hästen till stor användning för att transportera virke och plöja. Den kom även till bruk för markberedning men övergavs då påfrestningarna blev för stora på häst och körkarl (Körlén 2019). Så i de flesta fall, innan maskinen kom till användning, brukades hacka eller liknande handredskap för att markbereda. Körlén (2019) redogör vidare för att under 1950-talet togs det fram kraftigare aggregat och effektivare traktorer som kunde genomföra arbetet.

Tallriksharvarna kom att bli allt vanligare under 1970- och 1980-talet. För riktad markberedning eller av någon annan anledning såg man harvarna ineffektiva jämfört med i många fall grävmaskinen (Körlén 2019).

## Studiens omfattning

Denna studie är skapad på uppdrag från Orsa besparingsskog. Man vill ha reda på vilken av de grävmaskiner man använder sig av kan prestera bäst i form av antal planteringspunkter men också gällande kvalitén på dessa punkter. En kostnadsanalys är även skapad för att se hur stora kostnader varje planteringspunkt har för respektive maskin. För att få ett översiktligt perspektiv på grävmaskinernas markberedningsprestation så är även, i resultatdelen, harven med som referens. I kombination av denna utredning får man fram en bild på vilken av de brukade grävmaskinerna som är mest lönsam och effektiv att använda sig av.

När ovanstående utredning skapas måste en inventering göras. Två olika provytearealer med olika många provytor testas för att få en bild av vilken areal som är lämpligast. Även detta är önskat att få reda på av Orsa besparingsskog.

## Syfte

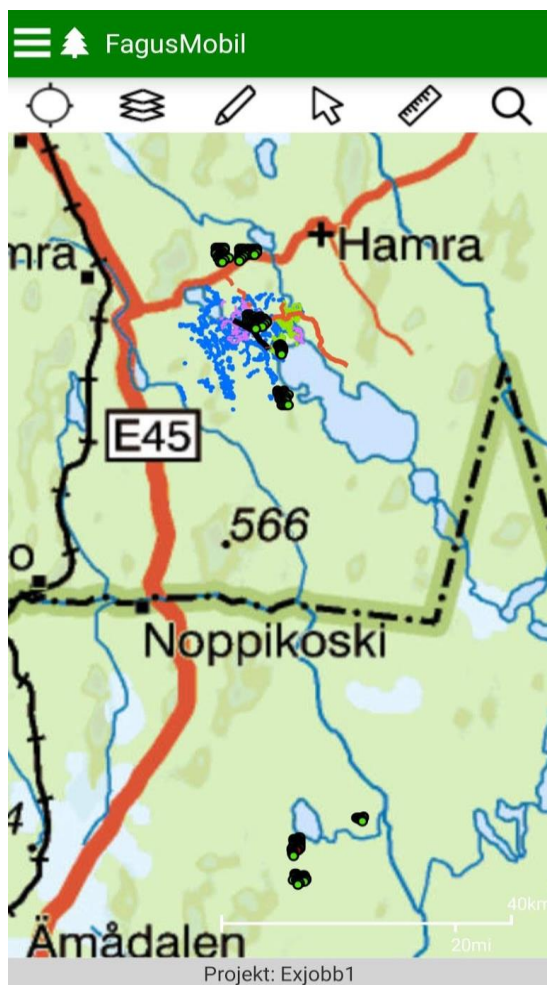
Syftet med denna studie är att utvärdera och analysera vilken grävmaskin som är lämpligast att använda sig av för markberedning på blockiga och steniga marker. Det kommer även att undersökas vilken av inventeringsmetoderna som är mest gynnsam. Följande frågor kommer studien baseras på:

- Är det någon skillnad på kostnaderna per planteringspunkt mellan maskinerna?
- Vilken grävmaskin kan uppnå bäst kvalitet på planteringspunkterna beroende på ytstruktur?
- Vilken grävmaskin uppnår flest planteringspunkter i genomsnitt på ytstruktur och lutning?
- Vilken inventeringsmetod anses lämpligast att använda sig av när man studerar ovanstående frågor?

# Material och metoder

## Område och material

Undersökningen genomfördes på Orsa besparingsskogs marker. Inventeringen gjordes på totalt åtta trakter. Av dessa befinner sig tre i Orsa kommun Dalarnas län och fem i Ljusdals kommun Gävleborgs län (Figur 1). Mer information om trakterna finns tillgänglig under bilaga 2.



**Figur 1.** Geografiskt läge för inventeringsområdena.

Material som användes var mobil, höjdmätare, fältblankett och måttband. Mobilen är utrustad med appen "FagusMobil" (se figur 1) som innehåller GPS och datainsamlingstjänster. Där får man möjlighet att skapa ett provyterutnät över berörd areal för att registrera den data som finns på respektive yta. Fältblanketten som finns under bilaga 1 används för att på varje yta registrera den data som skall tas in. Måttbandet kommer till nytta för att mäta ut radien 5,64 och 1,78 meter på respektive yta. Detta resulterar i en areal på 100 respektive 10 kvadratmeter. Höjdmätaren används för att ta fram en GYL på respektive yta.

För att godkända planteringspunkter ska få räknas med i inventeringen krävs det ett avstånd mellan punkterna på minst en meter. SCA (2019) instruerar om att hålla plantorna minst en meter ifrån varandra vid plantering. Med utgångspunkt från denna premiss räknas då bara en godkänd planteringspunkt om den befinner sig minst en meter från föregående medräknad punkt.

## SCA Planteringsinstruktion

Planteringspunkter som finns på ytorna ska registreras och bedömas huruvida det är en bra eller dålig planteringspunkt. Vad som anses som en bra respektive dålig planteringspunkt definieras av SCA (2019). Där har man upprättat en rutin som grundas i ett system med skala tre till fem i betyg för planteringspunkten. Betyg fem är det bästa betyget och innebär en planteringspunkt bestående av en omvänd torva täckt av mineraljord. Plantan ska även (när den planteras) omges av minst 10 cm mineraljord i en cirkelformad yta, se figur 2. Detta bekräftas även av McCarthy et al. (2017) som hävdar att markberedningsmetoder som skapar omvänd torva är den mest kvalitativa planteringspunkten då det ger plantan bäst tillväxt.

Det näst bästa betyget för en planteringspunkt är en fyra som innebär en torva delvis täckt av mineraljord. Plantan ska centreras i den mineraljord som finns (SCA 2019). En trea i betyg (vilket är det lägsta betyget) ges i tre olika planteringspunkter. Den första är en yta dominerad av mineraljord belägen på en hög punkt, den andra är en omvänd torva utan mineraljord. Sista planteringspunkten som kan ges en trea i betyg är en markberedd fläck dominerad av humus på hög höjd (SCA 2019).

För att en trea i betyg ska kunna ges på sistnämnda förutsättningar krävs det att marken är blöt. Här kommer mätning av grundförhållande i användning. Mer om det senare.



**Figur 2.** Planteringspunkt betyg 5, omvänd torva täckt av mineraljord.

## Inventeringsmetod

För att i denna studie kunna ta fram en inventeringsmetod som är effektivast testas två olika provytearealer med olika många provytor. Dessa tillämpas på varje trakt för att senare analyseras och jämföras med varandra. De provytearealer som har testats är för 100 respektive 10 kvadratmeter. Provytearealen 10 kvadratmeter har tio gånger fler provytor än provytearealen 100 kvadratmeter.

Förbandet är i grunden upprättat efter 10 kvadratmeter genom följande formel:

$$\text{Provyteförband (meter)} = 100 \times \sqrt{\frac{\text{Beståndsarea(ha)}}{\text{Provyteantal}}}$$

Fagus mobil appen lägger systematiskt ut provytorna på berörd areal. Detta ger oss ett förband om  $50 \times 50$  meter. På första och var tionde punkt görs en inventering under arealen 100 kvadratmeter. Genom detta sätt ges provytearealen 100 kvadratmeter tio gånger färre provytor än vad arealen 10 kvadratmeter ger. Ändå inventeras totalt sett lika stora arealer med de båda inventeringsmetoderna.

## Teori

Utgångspunkten är att ett förband om flera mindre provytor ger den trovärdigaste bilden av verkligheten men att den också är den inventeringsmetod som tar längst tid att genomföra. Ett förband med färre men större provytor är troligtvis den snabbaste inventeringsmetod men riskerar att ge en falsk bild av hur beståndet se ut. Detta troligtvis då färre provytor inte ger en lika representativ bild av området, utan risken är stor att vissa områden på trakten som egentligen är överensstämmande med verkligheten inte blir med i statistiken (Bergkvist & Staland 2003).

Stämmer det att ett förband med färre provytor går snabbare att genomföra men beskriver beståndet sämre? Gäller detta vise versa för ett förband med flera provytor?

## Grundförhållanden, ytstruktur och lutning

Inventeringen genomfördes främst på tallmarker med tuff terräng bestående av block och sten. För att få en rättvis bild mellan hur maskinerna presterar upprättades en så kallad GYL. Med användning av fältblanketten har man möjlighet att registrera en GYL för varje provyta, se bilaga 1. GYL är en förkortning för grundförhållande, ytstruktur och lutning. Den används främst för skogsarbete och genom den får man information om terrängen.

En GYL upprättades i fem olika bedömningsklasser för respektive svårighetsfaktor. Där 1 är att finna som mycket lätta förhållanden och 5 som mycket svåra. Grundförhållande, ytstruktur och lutning bedöms var för sig. Där grundförhållande innebär ett mått på hur mycket marken kan bära med terränggående fordon. Denna bedömning görs främst med hänsyn till markens

jordart och markfuktighet, men det går även att ta armering i form av rötter och sten i beaktning (Skogforsk 2006).

Ytstruktur är en annan form av svårighetsfaktor. Den visar hur mycket hinder det förekommer i terrängen. När man bedömer klass för ytstruktur ska hindrens höjd och antal vara avgörande. Med hinder avses sten, block och jordhögar, stubbar får inte ingå i bedömningen (Skogforsk 2006).

Sista svårighetsklass som användes i denna studie är lutningen. Lutningen bedöms i grader eller procent och räknas fram med hjälp av höjdmätare eller lutningsmätare. Som exempel har en plan mark, med en lutning mellan 0 – 6 grader, lutningsklass 1. För att ett område ska klassas som 5 krävs en lutning på minst 27 grader (Skogforsk 2006).

I resultatet redovisas antal godkända planteringspunkter och kvalitet för varje ytstrukturklass. Genom att upprätta analysen på detta vis kan man se hur varje grävmaskin presterar för varje typ av ytstruktur. Detta ger en tydligare bild när man jämför prestationen mellan grävmaskinerna.

## Kostnadsanalys grävmaskin

För att en kostnadsanalys ska kunna upprättas har det tagits fram data om kostnader för respektive maskin. Kostnaderna är redovisade per hektar och utifrån dem får man ut kostnad per planta efter genomförd inventering om antal godkända planteringspunkter. Se bilaga 2.

## Hypotes

Hypotesen är att ju större maskin desto bättre kvalitet och fler planteringspunkter. Ju mindre maskin desto snabbare är den att genomföra arbetet och desto lägre kostnader får den.

## Grävmaskinerna

De grävmaskiner som studien omfattar är en Menzi Muck A91, Volvo 140 bandgrävare och Hitachi 350. Då vissa trakter var markberedda av harv på vissa ytor har även data därifrån registrerats.

Enligt MENZI MUCK AG Maschinenfabrik (2016) väger en Menzi Muck A91 cirka 10 ton. Den är kapabel att lyfta 6 ton med grävaggregatet och är utrustad med en 104 kW motor. Volvo construction equipment (2020) skriver att en Volvo EC140ELM bandgrävare väger 17 ton och har en lyftkapacitet om 9 ton. Den sista grävmaskinen vars prestation har undersökts är en Hitachi 350. Den väger 35 ton, har en motoreffekt på 210 kW och klarar av att lyfta omkring 20 ton. Med denna studies teori bör Hitachin skapa flest planteringspunkter med bäst kvalitet men vara dyrast att ha i drift. Menzi Muck A91 borde vara den snabbaste av alla grävmaskiner och ge minst kostnader, men skapa sämst resultat vad gäller både

kvalité och antal godkända planteringspunkter. Resultaten där maskinerna jämförs redovisas efter GYL.

## Entreprenörer

De entreprenörer som genomförde markberedningen var inte medvetna om att dessa objekt är med i studien. De förblir anonyma och kallas i rapporten för Maskinlag 1, Maskinlag 2 och Maskinlag 3. Bilaga 2 visar områdena som respektive entreprenör utförde sitt arbete på och vad i slutändan priset blev per hektar för markberedningen. Maskinlag 1 använde maskinen Menzi Muck A91 för jobben, maskinlag 2 medverkade med en 35 ton tung Hitachi grävmaskin och maskinlag 3 stod för sin 17 ton Volvo 140 grävmaskin. På de ytorna som data har tagits från är det olika förare för respektive maskin.

# Resultat

## Jämförelse mellan grävmaskin och harv

I tabellerna nedan (se tabell 1 och 2) visas genomsnitt antal planteringspunkter per 10 kvadratmeter efter markberedningstyp. Grönt indikerar att genomsnittet punkter är lika eller mer än 3000. Gult indikerar lika eller mer än 2500. Orange/brun är mer eller lika med 2000 och rött är lägre än 2000. Grävmaskin gör fler planteringspunkter per 10 kvadratmeter än vad harven gör överlag över de olika markförhållandena.

Tabellerna 1 och 2 visar att vid YL 11 så ligger grävmaskinerna på 5545 medan harven ligger på 5652. Detta visar på harven är effektivare på marker med lägre ytstruktur än grävmaskinerna, då harven får bättre värden när ytstrukturen ligger på ett. Men när ytstrukturen blir svårare vid exempelvis 5 så är grävmaskinerna effektivare.

**Tabell 1.** Tabell över genomsnitt antalet planteringspunkter beroende på lutning och ytstruktur med markberedning, utförd av grävmaskinerna, på 1 hektar.

Lutning Ytstruktur	1	2	3	4	5
1	5545	4924	3895	Ingen data	3000
2	4585	4922	3561	Ingen data	2207
3	4811	5250	4361	3000	3089
4	4354	4793	3904	3667	2070
5	3427	3866	2977	2750	1137

**Tabell 2.** Tabell över genomsnitt antalet planteringspunkter beroende på lutning och ytstruktur med markberedning, utförd av harv, på 1 hektar.

Lutning Ytstruktur	1	2	3	4	5
1	5652	5075	5286	5000	4000
2	2652	2075	2286	2000	1000
3	3462	2885	3095	2810	1810
4	2933	2356	2567	2281	1281
5	2090	1513	1723	1438	438

En fråga som ställs i detta arbete är prisskillnaden, avseende planteringspunkterna, mellan maskinerna i genomsnitt. Vid markberedning med harv kostar i genomsnitt varje planteringspunkt ungefär 1,10 kr. Grävmaskin har genomsnittskostnaden 20 518,70 kr/ha vilket är ungefär 5,96 kr per planteringspunkt. Tas inte maskinlag 2 (Hitachi 350) med i denna beräkning (som har hög kostnad) så blir genomsnittskostnaden 7 195 kr/ha och per punkt ungefär 2,09 kr.



## Skillnad mellan grävmaskinerna

Genomsnittskostnaden per hektar för maskinlag 1 hamnar på 8 846 kr och maskinlag 3 kostar i genomsnitt 5 543 kr/ha. Maskinlag 2 med Hitachi hade ett genomsnittspris på 47 167 kr/ha och har ett pris per planteringspunkt på 12,30 kr. Genomsnittspriset per planteringspunkt som maskinlag 1 har är 2,50 kr och maskinlag 3 har 1,30 kr. Anledningen till att Hitachin fick höga kostnader var för att terrängen på området var mycket svår. Maskinen fick flytta material för att kunna bygga vägar för att i framtiden kunna utöva skogsbruk i detta område. För ett arbete som detta behövs det en större maskin, därav blev det Hitachin.

Menzi muck gör 4899 planteringspunkter i genomsnitt per 10 kvadratmeter när YL är 31 (se tabell 3) och Hitachin gör i genomsnitt 3500 (se tabell 4). Volvon gör i genomsnitt 6035 med samma YL som tidigare, vilket är mer än de andra två maskinerna. I tabell 3 och 5 syns det att när YL är 55 har maskinerna svårare att skapa planteringspunkter, då Menzi muck gör ungefär 805 punkter och Volvon 1470 i genomsnitt.

**Tabell 3.** Tabell över genomsnitt antalet planteringspunkter beroende på lutning och ytstruktur med markberedning, utförd av maskinlag 1 (Menzi Muck A91), på 1 hektar.

Menzi Muck A91	Lutning Ytstruktur	1	2	3	4	5
	1	5545	4924	3895	Ingen data	3000
	2	5159	4539	3510	Ingen data	2615
	3	4899	4278	3249	Ingen data	2354
	4	4664	4043	3014	Ingen data	2119
	5	3350	2729	1700	Ingen data	805

**Tabell 4.** Tabell över genomsnitt antalet planteringspunkter beroende på lutning och ytstruktur med markberedning, utförd av maskinlag 2 (Hitachi 350), på 1 hektar.

Hitachi 350	Lutning Ytstruktur	1	2	3	4	5
	1	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data
	2	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data
	3	3500	4143	4200	3000	Ingen data
	4	4167	4810	4867	3667	Ingen data
	5	3250	3893	3950	2750	Ingen data

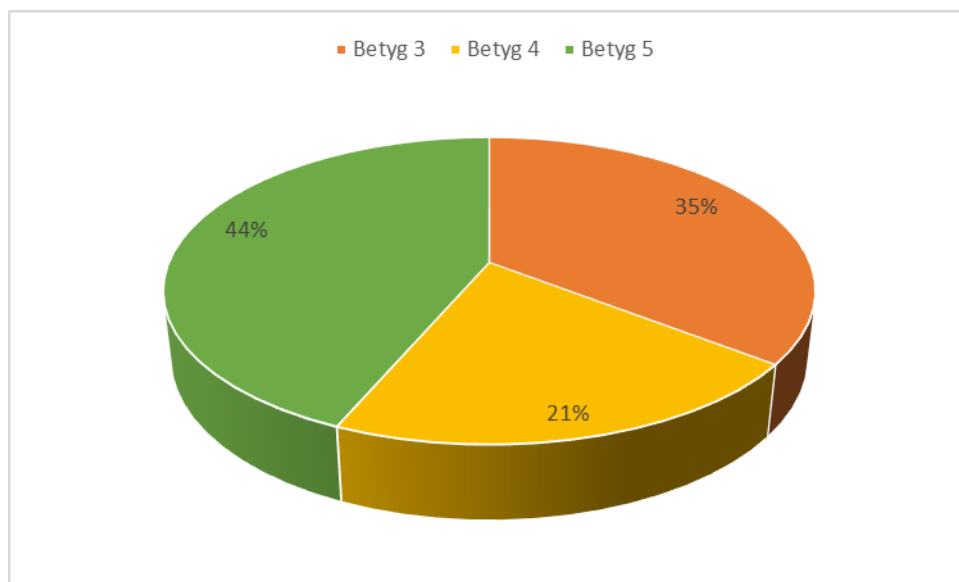
**Tabell 5.** Tabell över genomsnitt antalet planteringspunkter beroende på lutning och ytstruktur med markberedning, utförd av maskinlag 3 (Volvo 140), på 1 hektar.

Volvo 140	Lutning Ytstruktur	1	2	3	4	5
	1	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data
	2	4012	5305	3611	Ingen data	1800
	3	6035	7329	5635	Ingen data	3824
	4	4232	5525	3831	Ingen data	2020
	5	3681	4975	3281	Ingen data	1470

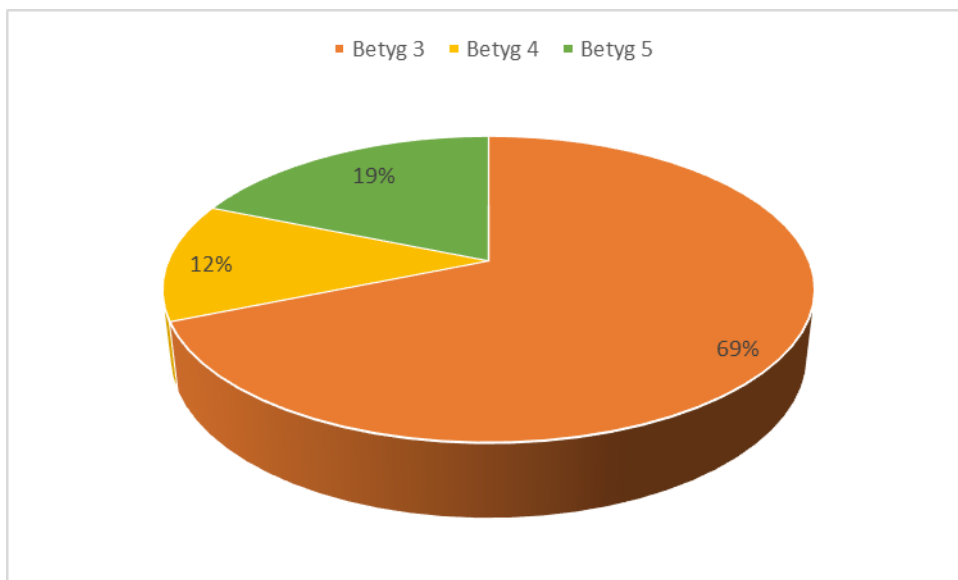
Anledningen till att vissa rutor saknar värde i tabellerna ovan (se tabell 3,4,5) är på grund av att det saknas data från den strukturen på marken (YL). I tabell 1 finns det inga rutor som saknar värden, detta är för att om man gör ett genomsnitt på alla grävmaskiner så finns det värden till varje YL. De rutor i tabellerna (se tabell 3,4,5,6) där det står saknar data finns det inga värden på grund av att de trakterna som maskinen körde på inte hade den strukturen på marken (YL).

## Kvalitetsjämförelse

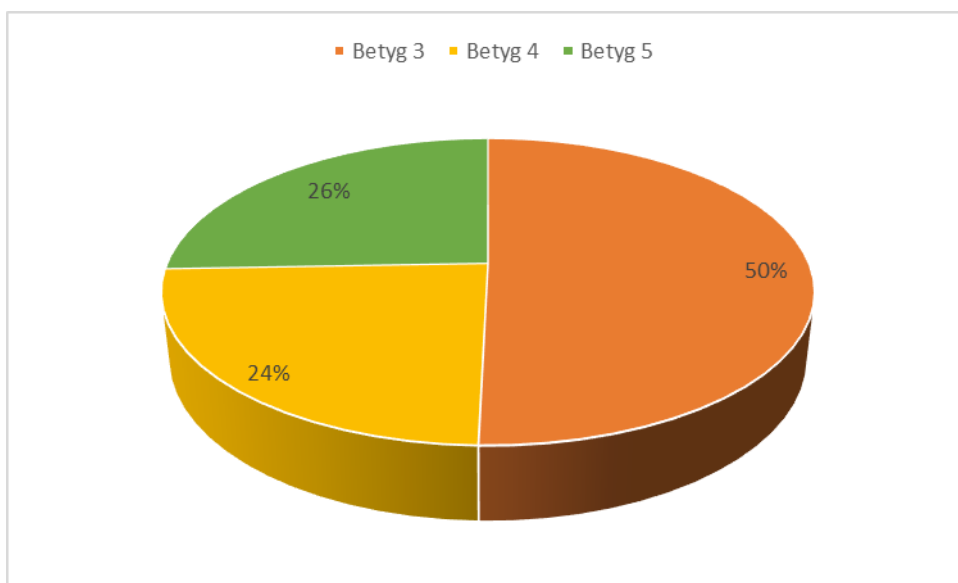
Frågan om kvalitetsfördelning ställs i detta arbete och med figurerna nedan (se Figur 3,4,5) syns det att maskinlag 1 fått bäst kvalitet av de punkter som gjorts. Maskinlag 1 är även det lag som har haft största jämnheten mellan fördelningen av kvaliteten av deras planteringspunkter. Det lag som har största delen betyg 3 på dessa punkter är maskinlag 2.



**Figur 3.** Cirkeldiagram över kvalitetsfördelningen över planteringspunkternas betyg som maskinlag 1 (Menzi Muck A91) har gjort.



**Figur 4.** Cirkeldiagram över kvalitetsfördelningen över planteringspunkternas betyg som maskinlag 2 (Hitachi 350) har gjort.



**Figur 5.** Cirkeldiagram över kvalitetsfördelningen över planteringspunkternas betyg som maskinlag 3 (Volvo 140) har gjort.

Maskinlag 1 har i genomsnitt kvaliteten 5 på ytstruktur 2, men med tanke på lutning så ligger genomsnittet av kvalitet 5 vid lutning 1. Maskinlag 2 har flest planteringspunkter med kvalitet 5 vid ytstruktur 5. Men vid lutning är högsta antalet kvalitet 5 vid lutning 3. Om man slår ihop kvalitet 4 och 5 så hamnar högsta antalet planteringspunkter med högsta kvalitet vid lutning 2. Maskinlag 3 har kvalitet 5 vid ytstruktur 3 och lutning 2.

## Inventeringsmetoderna

I tabellerna nedan (se tabell 6 och 7) kan man se värden vid de olika inventeringsmetoderna. Jämförelse mellan metoderna går att göra, de visar mycket olika värden på genomsnitt planteringspunkter per provyta. Tabell 8 och 9 kan vi se antalet provytor som inte hade någon planteringspunkt, samt antalet provytor som gjordes.

**Tabell 6.** Tabell över inventeringen med provytor vars areal är 10 kvadratmeter. "Medel" är hur många planteringspunkter det är i genomsnitt per hektar.

10 m <sup>2</sup>					
Antal provytor	47	58	22	1	1
Lutning	1	2	3	4	5
3	46	58	21	1	0
4	21	22	4	0	0
5	42	23	6	0	0
Medel (st/ha)					
3	979	1000	955	1000	0
4	447	379	182	0	0
5	894	397	273	0	0

10 m <sup>2</sup>					
Antal provytor	1	17	32	40	39
Ytstruktur	1	2	3	4	5
3	0	6	29	56	28
4	2	9	12	11	13
5	1	29	22	8	11
Medel (st/ha)					
3	0	353	906	1400	718
4	2000	529	375	275	333
5	1000	1706	688	200	282

**Tabell 7.** Tabell över inventeringen med provytor vars areal är 100 kvadratmeter. "Medel" är hur många planteringspunkter det är i genomsnitt per hektar.

100 m <sup>2</sup>					
Antal provytor	3	6	4	0	0
Lutning	1	2	3	4	5
3	8	29	20	Ingen data	Ingen data
4	16	16	13	Ingen data	Ingen data
5	32	14	2	Ingen data	Ingen data
Medel (st/ha)					
3	267	483	500	Ingen data	Ingen data
4	533	267	325	Ingen data	Ingen data
5	1067	233	50	Ingen data	Ingen data

100 m <sup>2</sup>					
Antal provytor	0	2	4	3	5
Ytstruktur	1	2	3	4	5
3	Ingen data	4	16	8	29
4	Ingen data	10	13	6	16
5	Ingen data	25	20	1	2
Medel (st/ha)					
3	Ingen data	200	400	267	580
4	Ingen data	500	325	200	320
5	Ingen data	1250	500	33	40

I tabell 7 finns det rutor som saknar värde exempelvis i lutning 4. Detta är på grund av att vid inventering inte fick in någon data på specifikt dessa lutningar.

**Tabell 8.** Tabell över inventeringen med 10 kvadratmeters provytor som inte hade någon planteringspunkt. Provytornas areal är 10 kvadratmeter.

10 m <sup>2</sup>					
provytor	47	58	22	1	1
Lutning	1	2	3	4	5
Inga	6	12	5	0	1

10 m <sup>2</sup>					
provytor	1	17	32	40	39
Ytstruktur	1	2	3	4	5
Inga	0	1	7	6	11

**Tabell 9.** Tabell över inventeringen med 100 kvadratmeters provytor som inte hade någon planteringspunkt. Provytornas areal är 100 kvadratmeter.

100 m <sup>2</sup>					
Antal provytor	3	6	4	0	0
Lutning	1	2	3	4	5
Inga	1	0	1	0	0

100 m <sup>2</sup>					
Antal provytor	0	2	4	3	5
Ytstruktur	1	2	3	4	5
Inga	0	0	1	1	0

## Tid

För inventeringen där provytor av storleken 10 kvadratmeter användes tog det i genomsnitt 27 sekunder per kvadratmeter, inräknat den tid det tog att transportera

sig mellan punkterna. Vad gäller provytor med storleken 100 kvadratmeter tog det i genomsnitt 4,4 sekunder per kvadratmeter att genomföra inventeringen, inklusive transportereringen mellan punkterna.

## Hypotesprövning

I denna studie upprättas en hypotesprövning för följande fråga: Finns det något samband mellan vilken maskin man väljer och utfallet på planteringspunkternas kvalité? Ger en tyngre maskin bättre kvalité på planteringspunkterna? Prövningen görs efter ytstruktur 4 och 5 för att maskinerna ska jämföras efter liknande blockig terräng. Maskinlag 1 som använde sig av en lättare grävmaskin har ett genomsnittligt betyg på 3,61 medan maskinlag 3 med en tyngre grävmaskin har ett genomsnittsbetyg på 3,59. Skillnaden är inte signifikant (se bilaga 3).

# Diskussion

## Analys av resultatet kopplade till frågeställningarna

I undersökningen är harven den billigaste markberedaren räknat per planteringspunkt. För den ligger kostnaden på 1,10 kr/planteringspunkt. Den är billigare än grävmaskinerna och detta kan vara anledningen till att harv används mer än grävmaskin. Bland grävmaskinerna så gör Volvo 140 de billigaste planteringspunkterna med 1,30 kr/planteringspunkt. Hitachi fick i denna undersökning ett högt pris per planteringspunkt på 12,30 kr, vilket främst beror på att trakten var unik på det viset att det var väldigt svår terräng vilket ökade kostnaden för markberedningen. Hitachin är en stor och tung maskin vilket även påverkar priset mycket. Menzi Muck A91 och Volvo 140 är mindre grävmaskiner vilket kan vara anledningen till att de i praktiken har använts i större skala.

Datamaterialet i tabell 3,4 och 5 har genomsnittsvärde av hur många planteringspunkter det finns per hektar. Menzi Muck A91 gjorde ungefär 3 520 planteringspunkter per hektar och Volvo 140 gör ungefär 4 160 st. Hitachi gör ungefär 3 850 st/ha. Volvo 140 gjorde alltså här flest antal planteringspunkter och sedan Hitachin.

Enligt traktdirektivet vill besparingsskogen ha 2 000 planteringspunkter per hektar. Detta är fullt möjligt att grävmaskinen har gjort rent fysiskt men beroende på hur man räknar så slår värdena olika. Nu visar resultatet dubbelt så många punkter eftersom man räknar efter principen om minst en meter mellan punkterna. Detta kan medföra att ett traktorspår kan klassas som godkänd punkt, vilket i sin tur medför att inte endast punkterna där grävmaskinen grävt ingår.

Den upprättade hypotesprövningen är skapad efter frågan om "vilken grävmaskin skapar bäst kvalitet på planteringspunkterna beroende på ytstruktur?". Prövningen säger att den grundläggande teorin om att en tyngre grävmaskin ger bättre kvalitet på planteringspunkterna inte går att bevisa i just detta fall. Men eftersom denna studie är så pass liten och inte andra viktiga faktorer har tagits i beaktning för varför resultatet visar det de gör går det inte att dra förhastade slutsatser. Det går inte att generalisera om att det inte är någon skillnad på utfallet beroende vilken grävmaskin man använder sig av. För att kunna dra en sådan slutsats behövs en mera djupare forskning på ämnet där de andra aspekterna som kan påverka resultatet tas i noggrann beaktning. Just denna undersökning visar dock i princip inte någon skillnad mellan resultatet för Volvo 140 17 ton grävmaskin eller en Menzi Muck A91 10 ton vid ytstruktur 4 och 5.

Hitachins resultat är svåra att jämföra med de övriga maskinernas. Detta därför att det endast finns en trakt inventerad för den maskinen och just denna trakt var inte likadan som de andra trakterna. Även kostnaderna var betydligt högre för Hitachin än för de andra grävmaskinerna. Det är därför att man på trakten har byggt omfattade stickvägar över hela området. Anledningen till man har gjort det är för

att det var så anmärkningsvärt stenigt och blockigt, så enda sättet att få till en lyckad avverkning och framtida föryngring var att flytta materialet och bygga vägar längst trakten. För dessa typer av arbeten är det rätt uppenbart att man vill använda sig av en tung och stark grävmaskin.

Figur 4 visar kvalitéfördelningen mellan planteringspunkterna oberoende av ytstruktur för maskinlag 2. Där ser man att betyg 3 är rätt dominerande gentemot de andra betygen, vilket till viss del bekräftar att en tyngre maskin inte rent automatiskt skulle åstadkomma bättre kvalitet på planteringspunkterna.

Tittar man på figur 3 och 5 kan man tro att maskinlag 1 med sin Menzi Muck A91 skulle ha bäst kvalitet på planteringspunkterna. Detta visar sig vara sant enligt figuren som inte tar hänsyn till ytstrukturen. När man filtrerar och jämför betygen endast för ytstruktur 4 och 5 går det, utifrån föreliggande data, inte att se att en tyngre maskin skapar bättre kvalitet på planteringspunkterna.

Vilken inventeringsmetod anses då vara lämpligast att använda sig av när man studerar ovanstående frågor? Eftersom en inventeringsmetod med en provyteareal om 10 kvadratmeter behöver tio gånger så många fler inventeringspunkter än vad en provyteareal om 100 kvadratmeter behöver för att totalt sett få samma inventeringsareal kan man här och nu konstatera det självklara att en inventeringsmetod med många punkter men med mindre provyteareal tar längre tid att genomföra.

Teorin om att en provyteareal om 10 kvadratmeter med fler punkter ger en bättre bild av verkligheten än vad 100 kvadratmeter provyteareal med färre punkter gör är utgångspunkten. Detta därför att flera punkter på trakten ger en mer representativ bild av verkligheten (Bergkvist & Staland 2003). För att i denna studie komma fram till om färre punkter med 100 kvadratmeter provyteareal är någorlunda representativt för verkligheten borde det resultatet ligga nära resultatet från inventeringsmetoden med fler fast mindre ytor. Enligt tabell 6 skiljer sig metodernas resultat i både ytstruktur och lutning vilket kan leda till slutsatsen att färre punkter med större provyteareal ger en osäkrare bild av förhållandena men är snabbare att genomföra.

Om man jämför tabell 1 och 2 framgår att i undersökningen var grävmaskinen bättre vid marker med sämre ytstruktur. I tabell 2 syns det att harvmarkberedning är mest lämplig när ytstrukturen är lättare. Lutningen är inte något hinder vid ytstruktur 1, men när det överstiger ytstruktur 1 så minskar antalet planteringspunkter drastiskt. Grävmaskin (se tabell 1) är inte lika kraftigt påverkad av ytstrukturen som harven, men även den får problem vid en större lutning samt vid svårare ytstruktur. Om inte den ekonomiska sidan är medräknad kan en gräns antas ligga ungefär vid ytstruktur 3 och högre samt ytstruktur 2 med lutning 5 där det är mest lämpligt att använda sig av grävmaskinsmarkberedning.

## Brister i studien

Denna studie har inte tagit hänsyn till ett flertal parametrar som kan tänkas påverka resultatet. Dels har inte vilka förare som kör maskinerna tagits i beaktning. Olika förare presterar olika bra och för att få ett mer rättvist resultat skulle man egentligen haft samma förare till samtliga maskiner eller att alla förare fått köra samtliga maskiner på ett flertal trakter. Dessutom är det få trakter för den största grävmaskinen Hitachi 35 ton. Den trakt Hitachin grävde på anses inte vara representativ att jämföra med resultaten från de trakter där de andra maskinerna körde. Detta därför att den trakten var så pass blockig så speciella lösningar gjordes för att kunna driva området. Studiens hypotes provas bara efter grävmaskinernas tyngd och tar inte i hänsyn deras övriga design som till exempel kranlängd.

## Förslag till vidare studier

Som tidigare nämnts skulle man om liknande studier utförs i framtiden försöka ta förarna i större beaktning för att få ett mer rättvist resultat. Man bör även ta lika många trakter för varje maskin och även mera liknande trakter. Med detta menas att ytstruktur och lutning ska vara av samma värde.

En annan intressant del hade varit att räkna på ett ekonomiskt mervärde för användning av grävmaskiner vid markberedning. Då ändå en grävmaskin används för markberedning behövs det inte transporteras dit en extra maskin för ett vägbygge exempelvis.

## Slutsatser och rekommendationer

De rekommendationer man kan ge Orsa besparingsskog är att använda sig av grävmaskinen då harven inte har möjlighet att ta sig fram i terrängen. Men endast då eftersom kostnaderna drar iväg snabbt med grävmaskin som markberedare. Vidare föreslås att man använder sig av en inventeringsmetod om 10 kvadratmeter och fler punkter vid framtida uppföljning. Detta eftersom det viktigaste är att man får ett trovärdigt resultat som stämmer med verkligheten och inte enbart att finna det snabbaste tillvägagångssättet.



## Referenser

- Andersson, R. Bergqvist, J. Näslund, Bert-Åke. (2017). *Skoglig produktionsekologi*. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Andersson, R. (red.) (2013). *Grundbok för skogsbrukare: FAKTA OM SKOG OCH SKOGSBRUK*. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Bergkvist, I. & Staland, F. (2003). *Gallra med kvalitet - förberedelser, utförande, uppföljning & återkoppling*. Uppsala: Skogforsk. (ISBN 91 7614 104 7)
- Edholm, A. (2012). *Kartläggning av markberedning i svår terräng på SCA skog*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsvetenskapliga fakulteten/Skogsmästarprogrammet (Examensarbete 2012:10)
- Frölén, D. (2019). *Markberedarnas tekniska utveckling*. Sveriges lantbruksuniversitet: Jägmästarprogrammet (Examensarbete 2019:6)
- Hitachi (2020). ZAXIS350. [Broschyr]. Eslöv: Hitachi. Tillgänglig: [https://delvator.se/wp-content/uploads/produkter/bandgravare/ZX350LC-6\\_350LCN\\_6\\_SV.pdf](https://delvator.se/wp-content/uploads/produkter/bandgravare/ZX350LC-6_350LCN_6_SV.pdf)
- Johansson, K., Nilsson, U., Örlander, G. (2013). A comparison of long-term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce. *Forestry* 86(1), pp. 91-98
- Magnusson, L. (2015). *Markberedning i blockrik terräng - En jämförelse mellan grävmaskin och harv*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Skogsvetenskapliga fakulteten/Jägmästarprogrammet (Examensarbete 2012:2)
- Mattson, S., Bergsten, U., Mörling, T. (2007). Pinus contorta growth in boreal Sweden as affected by combined lupin treatment and soil scarification. *Silva Fennica* 41(4), pp. 649-659
- Mc Carthy, R., Rytter, L., Hjelm, K. (2017). Effects of soil preparation methods and plant types on the establishment of poplars on forest land. *Annals of Forest Science* 74(2), 47.
- MENZI MUCK AG Maschinenfabrik (2016). *menzi muck - the kings class of mobile walking excavators*. [Broschyr]. Switzerland: menzi muck. Tillgänglig: <https://menziusa.com/wp-content/uploads/2016/09/MAINTENANCE-AND-REPAIR-MANUAL-A91V2.pdf>

Orsa besparingsskog (2020). *Varför bildades besparingsskogen?* Tillgänglig: <https://www.orsabesparingsskog.se/om-oss/#page-om-oss-om-orsa-besparingsskog> [2020-07-09]

Orsa besparingsskog (2020). *Markberedning*. Tillgänglig: <https://www.orsabesparingsskog.se/verksamhet/skogen/> [2020-06-08]

Volvo construction equipment (2020). *EC140E - Volvo Excavators 13.2-17.0 t 122 hp*. [Broschyr]. Eskilstuna: Volvo. Tillgänglig: [https://www.volvoce.com/-/media/volvoce/global/products/excavators/crawler-excavators/brochures/brochure\\_ec140e\\_stagev\\_sv\\_12\\_20057875\\_b.pdf?v=hjVMPw](https://www.volvoce.com/-/media/volvoce/global/products/excavators/crawler-excavators/brochures/brochure_ec140e_stagev_sv_12_20057875_b.pdf?v=hjVMPw)

Älvdalens och Särna-Idre besparingsskogar (2016). *skogen och kraften våren 16 - information från Älvdalens och Särna-Idre besparingsskogar*. Älvdalen: Älvdalens besparingsskog. (Våren 16)

SCA (2019). *Planteringsinstruktion - Bli proffs på plantering*. SCA

Berg, S. (1995). *Terräng-typsschema för skogsarbete*. Uppsala: Skogforsk. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/contentassets/dd0282d1b35c4fe88f210b088f02b486/terrangtypschema.pdf>

# Bilagor

## Bilaga 1

Område:							
	Betyg 3	Betyg 4	Betyg 5	GYL	Tid	Övrigt	
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							
Provyta: 100m <sup>2</sup>							
10m <sup>2</sup>							

## Bilaga 2

Bortsättnin g	Namn	Resurs	Startdatu m	Slutdatu m	Typ av arbetsform	Brutt o HA	Nett o HA	Borts HA	pris/h a
700193-01	Risuhälla	Maskinlag 3 Högläggare	2020-01- 29	2020-02- 19	Markbehandlin g	18, 8	18, 8	16, 8	4 079
700183-01	Skålbygget	Maskinlag 3 Högläggare	2020-02- 03	2020-02- 19	Markbehandlin g	4,5	4,5	4,5	10 008
700197-01	Hammarberget	Maskinlag 1 Högläggare	2020-02- 03	2020-05- 29	Markbehandlin g	6,7	6,7	6,7	7 463
700200-01	Hamrasjön norr	Maskinlag 2 Högläggare	2020-02- 07	2020-05- 14	Markbehandlin g	7,6	7,6	8,0	47 167
700203-01	Hermansborgsvägen	Maskinlag 3 Högläggare	2020-02- 21	2020-03- 03	Markbehandlin g	2,3	2,3	2,3	12 450
700193-02	Risuhälla	Maskinlag 1 Högläggare	2020-04- 13	2020-05- 31	Markbehandlin g	18, 8	18, 8	2,0	10 000
700191-01	Holmberget	Maskinlag 1 Högläggare	2020-04- 15	2020-05- 25	Markbehandlin g	12, 8	2,1	2,1	2 857
700192-01	Mellansjön väst	Maskinlag 1 Högläggare	2020-04- 15	2020-06- 01	Markbehandlin g	16, 3	3,8	16, 3	3 773
						87, 7	64, 5	58, 6	

## Bilaga 3

	Tyngre maskin (2)	Lättare maskin (1)	Totalt
<b>Medelvärde:</b> <b>(kvalité)</b>	<b>3,5957</b>	<b>3,6126</b>	<b>3,596154</b>
<b>Median:</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Max:</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Min:</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>N,n:</b>	<b>47</b>	<b>15</b>	<b>62</b>
<b>Standardavv:</b>	<b>0,741900452</b>	<b>0,828078671</b>	
<b>Medelfel:</b>	<b>0,108217303</b>	<b>0,213808994</b>	

$H_0$  = Det är ingen skillnad på planteringspunkt kvalitén mellan tung och lätt grävmaskin.

$H_1$  = Tung maskin ger högre kvalitet på planteringspunkterna.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

Frihetsgrader: 40

$sp^2 = 0,58199$

$H_1: \mu_1 < \mu_2$

t-värde: 0,3979

95 %	1,684	$H_0$ Accepteras
99 %	2,423	$H_0$ Accepteras
99,9 %	3,307	$H_0$ Accepteras

Hypotesprövningen visar dels medelvärde för kvalitén för respektive maskin. Utifrån SCA:s betygssystem får Volvo 140 ett medelvärde om 3,59 och Menzi Mucken A91 om 3,61. Max och minimi värde i tabellen visar betygens högsta respektive minsta värde, vilket då är enligt SCAs planteringsinstruktion 3 till 5. Vidare visar "N" värdet antalet provytor med ytstruktur 4 och 5 för vardera maskin. Standardavvikelse är ett mått på hur mycket betygen från de olika provytorna avviker från medelvärdet. Delar man detta värde med roten ur "N" ger det medelfelet. Genom formel för två normalfördelade sampel kan hypotesen prövas. T-värdet 0,3979 är lägre än första intervallet om 1,684 vilket innebär att  $H_0$  accepteras. Det är alltså i undersökningen inte någon signifikant skillnad på planteringspunktkvalitén mellan tung och lätt grävmaskin".